

## Medical device for stereotaxis and patient positioning

**Patent number:** DE10032203

**Publication date:** 2002-01-17

**Inventor:** PASTYR OTTO (DE); ECHNER GERNOT (DE); SCHLEGEL WOLFGANG (DE); STURM VOLKER (DE)

**Applicant:** DEUTSCHES KREBSFORSCH (DE)

**Classification:**

- **international:** A61B19/00; B25J9/18

- **european:** A61B19/00B2

**Application number:** DE20001032203 20000701

**Priority number(s):** DE20001032203 20000701

**Also published as:**



WO0203878 (A1)



US2003167061 (A1)



CA2414850 (A1)

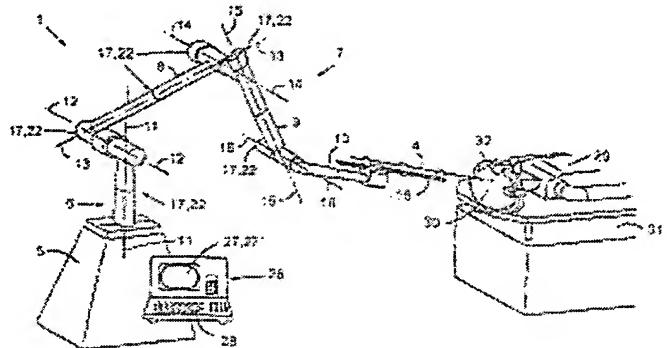


EP1296609 (B1)

[Report a data error here](#)

### Abstract of DE10032203

The invention relates to a medical device having a mechanism (1) for positioning a device (4) by means of an arm (7), said arm consisting of at least three members (8, 9, 10), wherein the mechanism (1) has at least five adjustment axes (11, 12, 13, 14, 15, 16), fine adjustment and locking devices (17) being assigned thereto. The medical device is configured in such a way that it can be used universally, especially as a device for stereotaxis that can be placed anywhere and that does not interfere with other medical measures and also as a position determining device that can be placed anywhere for determining the position of a patient (29). This is achieved in that the mechanism (1) has a base part (5) that can be fixed in any given location in the region of the patient (29) in such a way that the device (4) can reach all given target points (2) in or on the patient (29) in practically any direction (3).



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



⑯ Aktenzeichen: 100 32 203.4  
⑯ Anmeldetag: 1. 7. 2000  
⑯ Offenlegungstag: 17. 1. 2002

⑯ Anmelder:  
Deutsches Krebsforschungszentrum Stiftung des  
öffentlichen Rechts, 69120 Heidelberg, DE

⑯ Vertreter:  
Weber, W., Dipl.-Ing.(FH), Pat.- u. Rechtsanw., 69120  
Heidelberg

⑯ Erfinder:  
Pastyr, Otto, .. ZZ; Echner, Gernot, 69257  
Wiesenbach, DE; Schlegel, Wolfgang, 69118  
Heidelberg, DE; Sturm, Volker, 69168 Wiesloch, DE

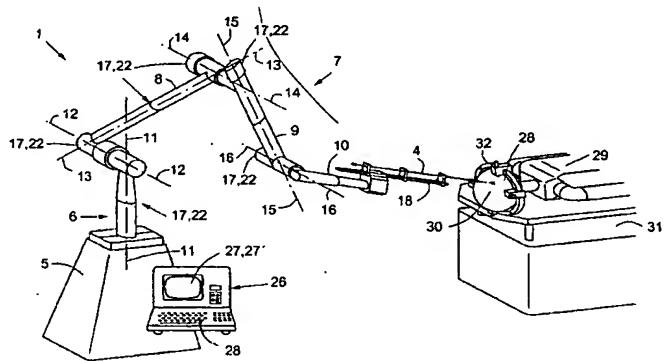
⑯ Entgegenhaltungen:  
US 60 35 228

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Stereotaxiesystem

⑯ Die Erfindung betrifft ein Stereotaxiesystem mit einer Mechanik (1) zur Positionierung einer Sonde (4) in einer auf einen vorgegebenen Zielpunkt (2) gerichteten vorgegebenen Einbringrichtung (3). Ein solches Stereotaxiesystem soll derart ausgebildet werden, daß beliebige Zielpunkte (2) und Einbringrichtungen (3) für einen beliebigen Körperbereich exakt und sicher einstellbar sind. Dies wird dadurch erreicht, daß die Mechanik (1) ein Ständer (5, 6) mit einem Arm (7) ist, welcher aus mindestens drei Gliedern (8, 9, 10) besteht, wobei die Mechanik (1) mindestens fünf Stellachsen (11, 12, 13, 14, 15, 16) aufweist, welchen Feineinstell- und Arretievorrichtungen zugeordnet sind.



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Stereotaxiesystem mit einer Mechanik zur Positionierung einer Sonde in einer auf einen vorgegebenen Zielpunkt gerichteten vorgegebenen Einbringrichtung.

[0002] Derartige Stereotaxiesysteme dienen verschiedenen diagnostischen und therapeutischen Zwecken wie der Gewebeprobenentnahme, der Evakuierung von Hämatomen, der Punktation von Zysten, dem gezielten Lasereinsatz oder Implantationen für viele interventionelle radiologische Anwendungen mittels Computertomographie, Magnetresonanztomographie, Positronen-Emissionstomographie usw., zum Beispiel zur Einbringung radioaktiver Implantate zur Krebsbehandlung. Dabei wird anhand einer Diagnose mit Hilfe eines Lokalisationssystems, beispielsweise einem der vorgenannten, der Zielpunkt und die Sondenrichtung bestimmt. Diese Bestimmung ist eine ärztliche Festlegung, wobei diese oftmals mit Hilfe der Berechnung durch ein Planungsprogrammes vorgenommen wird. Beispielsweise kann der Zielpunkt eine Gewebeentnahme an einem Tumor sein und die Sondenrichtung zu diesem Zielpunkt wird derart bestimmt, daß der Vorstoß zum Zielpunkt möglichst ohne nachteilige Folgen bleibt, also empfindliche Organe umgeht. Derartige Eingriffe erfordern eine derart hohe Präzision und Sicherheit, daß sie in der Regel mittels Positionierungs- und Leitsystemen für Sonden durchgeführt werden, welche die Einbringrichtung und oftmals auch den Zielpunkt zur Erzielung der notwendigen Exaktheit und Sicherheit mechanisch vorgeben.

[0003] Aus diesem Grund wird von dem Prospekt "Stereotaxie System nach Riechert" der Firma Fischer MET GmbH ein Stereotaxiesystem der eingangs genannten Art vorgeschlagen, bei dem ein Grundring am Kopf des Patienten unverrückbar fixiert wird und an dem Grundring mit einem gegenüber dem Grundring verstellbaren Bogenteil ein Halbbogen befestigt ist, wobei der Halbbogen die Sondenhalterung trägt. Der Halbbogen ist mit dem Bogenteil derart am Grundring angelehnt, daß die Winkelstellung desselben zum Halbbogen einstell- und arretierbar ist. Die Sondenhalterung läßt sich wiederum auf dem Halbbogen verschieben, wodurch auch diese Winkelstellung einstell- und justierbar ist. Dadurch lassen sich alle Einbringrichtungen im oberen Kopfbereich einstellen, die senkrecht zu einem in etwa halbkugelförmigen Bereich verlaufen.

[0004] Dieses Stereotaxie System hat vor allem den Nachteil seiner auf den oberen Kopfbereich beschränkten Einsatzmöglichkeit und es ist durch seine feste, den Kopf umgebende Anordnung für die den Eingriff vornehmenden Personen oftmals in hinderlicher Weise im Weg. Auch die erzielbare Genauigkeit von  $\pm 0,5$  mm ist verbesserungswürdig. [0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Stereotaxiesystem der eingangs genannten Art derart auszubilden, daß beliebige Zielpunkte und Einbringrichtungen für einen beliebigen Körperraum exakt und sicher einstellbar sind.

[0006] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Mechanik ein Ständer mit einem Arm ist, welcher aus mindestens drei Gliedern besteht, wobei die Mechanik mindestens fünf Stellachsen aufweist, welchen Feineinstell- und Arretiervorrichtungen zugeordnet sind.

[0007] Die Erfindung hat den Vorteil, daß sie für Behandlung und Diagnose im Bereich des ganzen Körpers einsetzbar ist, wobei eine Sonde in nahezu jeder Einbringrichtung jeden beliebigen Punkt erreichen kann. Dies hat den Vorteil, daß der Arzt nicht wie beim eingangs genannten Stand der Technik gezwungen ist, einen Einbringweg in einem vorgegebenen Bereich zu wählen. Dadurch, daß alle Einbringrich-

tungen zur Verfügung stehen, kann die für den Patienten schonendste Einbringrichtung gewählt werden.

[0008] Da jeder beliebige Standort für die Mechanik möglich ist, kann eine Auswahl des Standortes derart getroffen werden, daß unter Beibehaltung einer optimalen Einbringrichtung die Mechanik derart positioniert ist, daß sie bei weiteren Behandlungsmaßnahmen nicht im Weg ist. Die Mechanik ist mit höherer Präzision als beim genannten Stand der Technik einstellbar und es können Sonden aller Art eingesetzt werden.

[0009] Mechaniken, die auf einem vergleichbaren Konstruktionsprinzip beruhen, sind zwar als Handhabungs- und Meßroboter bekannt, diese sind jedoch in der bestehenden Form für medizinische Eingriffe nur geeignet, wenn ein großer technischer Aufwand vorgenommen wird, damit ein derartiger Roboter den Sicherheitsanforderungen des Medizinproduktegesetzes entspricht. Durch einen derartigen technischen Aufwand wäre ein solcher Roboter für den allgemeinen Einsatz zu teuer. Andererseits beruht die Konzeption eines derartigen Roboters auf anderen, bezüglich Sicherheitsanforderungen geringeren aber bezüglich der Bewegungskoordination wesentlich höheren Anforderungen. Derartige Roboter müssen alle Arten von Bewegungen ausführen, um beispielsweise Montagearbeiten zu erbringen. Der vorliegende medizinische Einsatzbereich beschränkt sich jedoch darauf, eine Sonde bezüglich eines Orts und bezüglich ihrer Ausrichtung auf einen Zielpunkt im Körper zu fixieren, um diesen aus einer Position außerhalb des Körpers durch eine geradlinige Verschiebung exakt und sicher zu erreichen, wobei selbstverständlich der Patient oder das entsprechende Körperteil des Patienten fixiert werden muß. Solche Fixierungen sind beispielsweise aus der Strahlentherapie bekannt. Aus den vorgenannten Gründen kann beim erfindungsgemäßen Stereotaxiesystem auf eine äußerst aufwendige Bewegungssteuerung im dreidimensionalen Raum verzichtet werden. Es reicht, wenn alle Stellachsen nacheinander eingestellt werden, damit der Arzt nach erfolgter Positionierung einer Sonde und Überprüfung dieser Positionierung die Sonde in den Körper einführen und die erforderlichen Tätigkeiten am Zielpunkt vornehmen kann.

[0010] Wenn auch die erfindungsgemäße Vorrichtung mit Antrieben versehen werden, sowie computergesteuert betrieben werden kann, so beschränkt sich die Betätigung immer noch auf die Vornahme einer Reihe von Einstellungen, die nacheinander beziehungsweise unabhängig voneinander vorgenommen werden können, und erfordert keinen gleichzeitigen koordinierten Bewegungsablauf in mehreren Gelenken. Eine entsprechende Berechnung der Einstellungen kann vor Vornahme derselben erfolgen und sie ist wesentlich unaufwendiger als die Koordinierung mehrerer gleichzeitig vorzunehmender Stellbewegungen.

[0011] Ein ganz wesentlicher Aspekt ergibt sich bezüglich der Sicherheit: Die Einstellungen können ohne jegliche Gefährdung eines Patienten durch motorangetriebene Komponenten vorgenommen und gründlich überprüft werden. Die Stellbewegung bei der Behandlung beschränkt sich dann darauf, auf dem eingestellten und überprüften Stellweg mit der Sonde zum Zielpunkt zu gelangen. Die den menschlichen Körper tangierende Stellbewegung ist also eindimensional und nicht wie die von einem Roboter geforderten Bewegungen dreidimensional. Sie kann daher ohne allzu großen technischen Aufwand mit hohem Sicherheitsstandart überprüft und durchgeführt werden. Die Einstellungen können daher mit einer sehr hohen Präzision erfolgen und benötigen keinen kostspieligen Steuerungsaufwand. Der Erreichung und Fixierung der vorgenannten Position der Sonde dienen erfindungsgemäß die Zuordnung von Feineinstell- und Arretiervorrichtungen zu den Stellachsen.

[0012] Zweckmäßigerweise wird bei der Mechanik des erfundungsgemäßen Stereotaxiesystems eine weitere sechste Stellachse vorgesehen, der ebenfalls eine Feineinstell- und Arretiervorrichtung zugeordnet ist. Auf diese Weise wird das erfundungsgemäße Stereotaxiesystem noch universeller einsetzbar und für die Erreichbarkeit beliebiger Punkte aus jeder beliebigen Einbringrichtung gibt es keine Beschränkungen mehr.

[0013] Zweckmäßigerweise wird das vorderste Glied mit einem Sondenhalter zur Aufnahme verschiedenster Sonden ausgestattet. Dadurch ist der Einsatz zu allen denkbaren diagnostischen und therapeutischen Zwecken möglich. Es kann vorgesehen sein, daß der Sondenhalter für die geradlinige Einbringung einer Sonde eine in Einbringrichtung gerichtete Führung aufweist. Es ist jedoch auch möglich, daß das vordere Glied des Arms für die geradlinige Einbringung einer Sonde eine in Einbringrichtung gerichtete Führung aufweist. Beispielsweise kann das vordere Glied teleskopartig ausgebildet sein. Für die geradlinige Einbringung einer Sonde gibt es jedoch noch weitere Möglichkeiten, beispielsweise kann am Arm eine weitere Stellachse vorgesehen sein, die zu zwei in derselben Ebene bewegbaren Stellachsen eine derartige Kopplung aufweist, daß die Stellachsen gegenüberliegende Winkelverstellungen in sich gegenseitig aufhebender Weise vollziehen und gleichzeitig eine Korrektur zum Verbleib der Sonde in Einbringrichtung, also zur Verhinderung einer Parallelverschiebung der Sonde durchführen. Letztlich ist jede Ausgestaltung möglich, die eine geradlinige Einbringung der Sonde mit großer Exaktheit und Sicherheit garantiert.

[0014] Die für die Sondenpositionierungen erforderlichen Winkelstellungen für die Stellachsen können auf beliebige Art und Weise ermittelt werden. Aus Gründen der Zweckmäßigkeit und der Zeitökonomie wird jedoch erfundungsgemäß vorgeschlagen, daß das Stereotaxiesystem zusätzlich ein Programm für einen Rechner aufweist, das für definierte Standorte des Ständers die Winkelstellungen der Stellachsen für auf Zielpunkte gerichtete Einbringrichtungen errechnet. Die ermittelten Werte können dann beispielsweise an entsprechenden Einstellskalen der Feineinstellungen der Stellachsen eingestellt werden. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, daß die Stellachsen mit Winkelmessern ausgestattet sind, wodurch sich eine größere Anzeigegenauigkeit und damit eine größere Einstellgenauigkeit der Winkel erzielen läßt.

[0015] Um nicht den Ständer in vorgegebene Positionen bringen zu müssen, kann vorgesehen sein, daß der Arm mit einer Positionsbestimmungsvorrichtung ausstattbar oder ausgestattet ist. Beispielsweise kann am vorderen Ende des Arms ein Taster angeordnet, zum Beispiel in dem Sondenhalter befestigt werden. Mittels der Positionsbestimmungsvorrichtung ist es möglich, durch Anfahren von Bezugspunkten, welche durch ein Lokalisationssystem zur Definition der Position des Zielpunktes miterfaßt wurden, zuerst die Position des Ständers zum Zielpunkt zu ermitteln und dann die für die gewünschte Sondenpositionierung erforderlichen Winkelstellungen der Stellachsen bezogen auf den gewählten Standort zu errechnen und einzustellen. Dabei wird zweckmäßigerweise vorgesehen, daß das Stereotaxisystem ein Programm für einen Rechner aufweist, das für beliebige Standorte des Ständers mittels dreier im Verhältnis zum Zielpunkt definierter Eichpunkte die Winkelstellungen der Stellachsen zur Einbringung einer Sonde in der vorgegebenen Einbringrichtung zum vorgegebenen Zielpunkt ermittelt. Es werden dann also zuerst die drei Eichpunkte angefahren und dann die Einstellungen errechnet und vorgenommen. Dies hat den Vorteil, daß nahezu beliebige Standorte des Ständers im Bereich des Patienten möglich sind und die-

ser dadurch so positioniert werden kann, daß die Mechanik den Operationsvorgang nicht stört. Zusätzlich kann das Programm auch den Einbringweg bis zur Erreichung eines Zielpunktes ermitteln, um auch hier eine größere Genauigkeit zu erzielen. Dann ist es zweckmäßig auch für den Einbringweg eine Meßvorrichtung vorzusehen, die mit einer entsprechend genauen Anzeige ausgestattet ist. Die vorgenannten Eichpunkte können an einer Fixiervorrichtung für den Patienten oder am Patienten selbst befestigt sein. Sie werden mittels eines Lokalisationssystems erfaßt und dienen als Bezugspunkte zum Bestimmen des Zielpunktes.

[0016] Das Stereotaxiesystem besteht mindestens aus der genannten Mechanik und zweckmäßigerweise aus einem der vorgenannten Programme. Zur Ermittlung der Einstell Daten in vorgenannter Weise kann dabei ein handelsüblicher Rechner herangezogen werden oder es ist möglich, daß das Stereotaxiesystem mit einem Rechner ausgestattet ist, welcher zur Errechnung der Einbringung der Sonde mit einem Programm geladen und gegebenenfalls für die vorliegende Anwendung modifiziert ist. Es ist auch möglich, einen Spezialrechner für den genannten Zweck vorzusehen.

[0017] Für eine schnellere Arbeitsweise wird vorgeschlagen, daß die Winkelmesser und der Taster zur Ermittlung des Standorts des Ständers derart eingerichtet und mit einem Rechner verbindbar sind, daß dieser die Daten unmittelbar erhält. Dadurch kann das Programm derart gestaltet sein, daß es diese Daten unmittelbar umsetzt, um einer Bedienperson die vorzunehmenden Winkelstellungen mitzuteilen. Die Mitteilung kann erfolgen, indem das Programm derart ausgebildet ist, daß ein Rechner die zur Erreichung des Zielpunktes erforderlichen Einstellungen an einer Anzeigeeinrichtung, in der Regel auf dem Bildschirm, anzeigt. Zweckmäßigerweise werden auch die Einstellergebnisse durchgeführter Einstellungen durch die Winkelmesser erfaßt und von der Anzeigeeinrichtung angezeigt.

[0018] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß das Stereotaxiesystem mit einem Navigationssystem zur Erfassung der Lage der Sonde ausgestattet ist, welche an der Anzeigeeinrichtung angezeigt wird. Es kann sich dabei beispielsweise um ein Kamerasystem oder Tastersystem zur Erfassung der Lage der Eichpunkte und der Sonde handeln. Es ist jedoch auch möglich, daß das Stereotaxiesystem mit einem stereotaktischen Lokalisationssystem verknüpft ist, welches die Lage der Sonde zum Zielpunkt erfaßt. Als Lokalisationssystem sind alle Systeme möglich, zweckmäßigerweise wird eines ausgewählt, das ohne Schaden für den Patienten für längere Zeit betrieben werden kann, wie beispielsweise ein Magnetresonanztomograph. Die Lage der Sonde zum Zielpunkt kann auf einem Bildschirm angezeigt werden, wodurch der den Eingriff durchführende Arzt eine genaue Kontrolle hat.

[0019] Bei den vorgenannten Ausgestaltungen wurde auf Antriebe verzichtet und die Einstellungen wurden von Hand vorgenommen. Dies ist dadurch möglich, daß nach der Erfindung die Einstellungen auch nacheinander vorgenommen werden können. Selbstverständlich schließt dies jedoch nicht aus, daß die Stellachsen mit Antrieben ausgestattet sind und ein Rechner mittels eines Programms zur selbsttätigen Einstellung der erforderlichen Winkelstellungen einrichtbar ist. Auch dabei bleibt der erfundungsgemäße Vorteil hoher Sicherheit und eines vertretbaren Rechen- und Steuerungsaufwands erhalten, da eine Position durch Einstellungen, die zeitlich nicht koordiniert werden müssen, angefahren wird. Weiterhin kann die Einstellung überprüft werden, bevor der eigentliche Eingriff in den Körper stattfindet. Letzterer vollzieht sich in einer Dimension und ist mit geringem Aufwand, präzise und mit hoher Sicherheit durchführbar. Die Einbringung der Sonde kann von Hand erfolgen,

gegebenenfalls über eine genau einstellbare Übersetzungsmechanik oder es kann vorgesehen sein, daß die Sonde mittels eines weiteren Antriebs auf dem Einbringweg zum Zielpunkt geführt wird.

[0020] Als Ergänzung zu solchen Antrieben wird dann vorgeschlagen, daß das Programm derart ausgebildet ist, daß es mittels des Rechners die Antriebe und gegebenenfalls einen weiteren, der Sonde zugeordneten Antrieb zur Durchführung eines diagnostischen oder therapeutischen Eingriffs veranlaßt. In diesem Fall erfolgt der Eingriff automatisch und die Aufgabe des Arztes besteht in der vorherigen Festlegung der Daten und der Überwachung des Eingriffs. Der Rechner wird dann zweckmäßigerweise mit einer Eingabeeinrichtung zur Steuerung des Eingriffs ausgestattet.

[0021] Die Arretiervorrichtungen können derart ausgebildet sein, daß sie nach Erreichung der Feineinstellungen von Hand betätigt werden müssen, oder es ist möglich, daß mit Erreichung der jeweiligen errechneten Sollposition die Arretiervorrichtungen die Stellachsen automatisch arretieren. Letzteres läßt sich in ein Programm für einen Rechner integrieren, welcher über die Winkelmesser die entsprechenden Ist-Daten erhält und diese mit den Soll-Daten vergleicht.

[0022] Zur weiteren Erhöhung der Sicherheit ist vorgesehen, daß das Stereotaxiesystem mit einer Vorrichtung zur Abgabe eines Warnsignals ausgestattet ist, wenn eine der Einstellungen der Mechanik nicht mehr in ihrer Sollposition ist.

[0023] Soll das Stereotaxiesystem im Zusammenhang mit der Erfassung durch einen Magnetresonanztomographen eingesetzt werden, so wird vorgeschlagen, daß zumindest die vorderen Bereiche des Arms aus elektrisch nicht leitenden und unmagnetisierbaren Materialien hergestellt sind. Dabei kommen beispielsweise Karbonfaserwerkstoffe oder Kunststoffe mit Glasfaserverstärkung in Betracht.

[0024] Die Bemessung der Länge des Arms kann für die Erreichung von Zielpunkten am gesamten menschlichen Körper bemessen sein. Es ist jedoch auch möglich, daß die Länge des Arms für die Erreichung von Zielpunkten an einem Teilbereich des menschlichen Körpers, beispielsweise des Kopfes, bemessen ist. Auf diese Weise läßt sich der Arm wesentlich kürzer ausgestalten. Das Stereotaxiesystem ist dann zwar nur noch für einen eingeschränkten Bereich einsetzbar, die Präzision ist jedoch durch die kürzere Ausgestaltung des Arms bedeutend höher, was gerade für den Einsatz im Kopfbereich wichtig sein kann. Der erfundungsgemäße Vorteil gegenüber dem eingangs genannten Stand der Technik bleibt dabei zu einem Teil trotzdem noch erhalten, da die erfundungsgemäße Ausgestaltung auch im Kopfbereich jede Einbringrichtung erlaubt und nicht nur Einbringrichtungen im oberen Schädelbereich.

[0025] Zur Erreichung eines hohen Sicherheitsstandarts wird vorgeschlagen, daß dem Stereotaxiesystem ein Meßphantom zugeordnet ist, das einen Überprüfungszielpunkt aufweist, der in die Position des Zielpunktes gebracht werden kann und daß die Positionbestimmungsvorrichtung die Erreichung der Überprüfungszielpunktes durch das maßgebliche Sondenteil erfaßt. Beispielsweise kann der Taster an der Stelle des maßgeblichen Sondenteils plaziert sein und dadurch als Positionbestimmungsvorrichtung dienen. Das maßgebliche Sondenteil ist dabei der Teil der Sonde, der den Zielpunkt erreichen und in entsprechender Weise bearbeiten soll. Solche Meßphantome können auf jede Weise ausgebildet sein, ein Beispiel dafür zeigt auch der eingangs genannte Stand der Technik. Selbstverständlich läßt sich die Erreichung des Überprüfungszielpunktes mittels einer Positionbestimmungsvorrichtung dienenden Lokalisationssystems auch unmittelbar erfassen, indem dieser durch die Sonde angefahren wird.

[0026] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels erläutert. Es zeigen

[0027] Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0028] Fig. 2 die Mechanik des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 1,

[0029] Fig. 2a eine Prinzipskizze einer alternativen Ausgestaltung der Mechanik und

[0030] Fig. 3 eine Vergrößerung des Eingriffsbereichs.

[0031] Die Darstellung der Fig. 1, 2 und 3 zeigen dasselbe Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei gleiche Bezugssymbole identische Teile zeigen, der Übersichtlichkeit halber sind jedoch nicht alle Bezugssymbole in alle Darstellungen eingetragen. Dabei zeigt die Fig. 1 eine Gesamtdarstellung des Ausführungsbeispiels des erfundungsgemäßen Gegenstandes mit der Mechanik 1, welche den Arm 7 aufweist, wobei ein Eingriff mittels einer Sonde 4 am Kopf 30 einer Person erfolgt. Der Arm 7 ist in Fig. 2 vergrößert dargestellt, wobei zur Erläuterung weitere Einzelheiten eingetragen wurden. Der Eingriff selbst ist wiederum in Fig. 3 vergrößert gezeichnet.

[0032] Die Mechanik 1 ist so ausgebildet, daß sie eine Sonde 4 derart an einen menschlichen Körper 29, beispielsweise am Kopf 30 positioniert, daß die Sonde 4 mittels einer Linearbewegung 34 zu einem Zielpunkt 2 gebracht werden kann. Zu diesem Zweck ist ein Ständer S. 6 vorgesehen, der den aus mindestens drei Gliedern 8, 9 und 10 bestehenden Arm 7 trägt. Dabei ist vorgesehen, daß der Arm 7 mindestens fünf Stellachsen 11, 12, 13, 14, 15, 16 aufweist und

[0033] diesen Stellachsen 11, 12, 13, 14, 15, 16 Feineinstell- und Arretiervorrichtungen 17 zugeordnet sind. Der Arm 7 ist mittels eines drehbaren Ständerteils 6 an einem Ständerteil 5 zur Fixierung auf dem Boden angelenkt. Das Ständerteil 6 besteht aus zwei gegenseitig drehbaren Teilen 6' und 6'', welche eine Drehbewegung 33 zulassen. Dadurch kann der Arm 7 innerhalb eines Raums um 360° geschwenkt werden.

[0034] An das Ständerteil 6 zur Anlenkung des Arms 7 ist ein Glied 8 des Arms 7 angelenkt, wobei die Anlenkung eine weitere als Drehachse ausgebildete Stellachse 12 aufweist, die ebenfalls eine Drehbewegung 33 senkrecht zur ersten Drehbewegung 33 zuläßt. Auch diese Stellachse 12 wie alle weiteren Stellachsen 13, 14, 15, 16 können die jeweils eingezeichneten Drehbewegungen 33 vollziehen und sind mit Feineinstell- und Arretiervorrichtungen 17 ausgestattet. Auch das

[0035] am Ständer S. 6 befestigte Glied 8 weist zwei gegenseitig drehbare Teile 8' und 8'' auf und das sich daran anschließende Zwischenglied 9 zwei gegenseitig drehbare Teile 9' und 9''. Die Anlenkung des Zwischenglieds 9 an das Glied 8 ist eine ebenfalls als Drehachse ausgebildete Stellachse 14, genauso die Anlenkung des vorderen Gliedes 10 an das Zwischenglied 9 mittels der Stellachse 16. Das vordere Glied 10 besteht dagegen aus zwei gegenseitig teleskopartig verschiebbaren Teilen 10' und 10'', welche eine Führung 20 für eine Linearbewegung 34 zur Einbringung einer Sonde 4 bilden. Alternativ kann auch ein Sondenhalter 18 eine Führung 19 mit demselben Zweck aufweisen.

[0036] Um die Sonde 4 in die Eingriffssposition zu verbringen, in der sie in Eingriffsrichtung 3 nach Durchbrechung der Körperoberfläche den Einbringweg 25 zu einem Zielpunkt 2 zurücklegt, muß eine entsprechende Positionierung der Sonde 4 vor dem Körper 29 erfolgen. Diese Position wird durch den Zielpunkt 2 und die Einbringrichtung 3 definiert. Dazu wird die Mechanik 1 mit dem Ständer 5 derart

[0037] positioniert, daß sie die Vornahme weiterer ärztlicher Maßnahmen möglichst wenig behindert, jedoch ein aus medizinischer Sicht optimaler Einbringweg 25 möglich ist. Nach der Positionierung des Ständers 5 wird in den Sondenhalter 18 ein Taster 23 eingelegt und eine Eichung des Arms 7 vor-

genommen. Zu diesem Zweck trägt eine Fixiervorrichtung 32 für den menschlichen Körper 29, hier beispielsweise der Kopf 30, drei Eichpunkte 24, 24', 24", welche mittels des Tasters 23 angefahren werden. Der Taster 23 gibt in den entsprechenden Positionen ein Signal und die den Stellachsen 11 bis 16 zugeordneten Winkelmesser 22 geben die zugehörigen Winkelpositionen an einen Rechner 26, welcher dadurch die genaue Position der Mechanik 1 mit dem des Ständers 5, 6 und dem Arm 7 ermitteln kann.

[0034] Eine Bedienperson gibt mittels einer Eingabeeinrichtung 28 die zuvor festgelegten Daten vom Zielpunkt 2 sowie der Einbringrichtung 3, welche den medizinisch günstigsten Einweg 25 beinhaltet, ein. Daraufhin berechnet der Rechner 26 durch ein entsprechendes Programm die notwendigen Winkelstellungen, die an den Stellachsen 11 bis 16 eingestellt werden müssen. Dabei wird mit der Stellachse 11 der Arm 7 in die richtige Position im Raum gebracht und es erfolgt mittels der Stellachsen 12, 14 und 16 eine Einstellung der Entfernung. Der entsprechende Winkel im Raum wird dann mittels der Stellachsen 13, 15 und 16 angefahren.

[0035] Dies ist ein komplizierter Einstellvorgang, welcher ohne Zeitverlust nur dadurch vornehmbar ist, daß der Rechner 26 die Einstelldaten ermittelt und an einer Anzeigeeinrichtung 27, beispielsweise einem Bildschirm 27' anzeigt, so daß eine Bedienperson in der Lage ist, diese Einstellungen an einer Stellachse 11 bis 16 nach der anderen vorzunehmen.

[0036] Zweckmäßigerweise ist der Arm 7 an allen Stellachsen 11 bis 16 mit Winkelmessern 22 ausgestattet, die mit dem Rechner 26 verbunden sind, wodurch genaue Anzeigen der Istpositionen und vorzugsweise auch der Sollpositionen auf dem Bildschirm 27 möglich sind. Vorteilhafterweise werden die Feineinstell- und Arretiervorrichtungen 17 vom Rechner 26 mit Erreichen der Sollposition automatisch arretiert. Sind alle Einstellungen erfolgt, so wird, wenn ein Taster 23 als Positionsbestimmungsvorrichtung verwendet wurde, dieser durch eine Sonde 4 ersetzt und gegebenenfalls vor oder nach dieser Ersetzung nochmals die Position genauestens überprüft.

[0037] Danach kann der in Fig. 3 dargestellte Eingriff vorgenommen werden, indem beispielsweise der Arzt die Sonde 4 durch die Körperoberfläche hindurch zum Zielpunkt 2 führt und dort die Behandlung oder Diagnosehandlung vornimmt. Die jeweilige Position der Sonde 4 kann dabei erfaßt und auf dem Bildschirm 27' dargestellt werden, um eine genaue Überwachung zu ermöglichen.

[0038] Diese Darstellung ist selbstverständlich nur eine beispielhafte Ausgestaltung. Wie die Fig. 2a zeigt, könnte beispielsweise die Linearbewegung 34 in Einbringrichtung 3 auch dadurch erzielt werden, daß drei in einer Ebene liegende Stellachsen zusammenwirken, wie dies am Beispiel der Stellachsen 14, 16 und einer zu diesem Zweck eingefügten weiteren Stellachse 21 dargestellt ist. Durch die Stellbewegungen in Richtung der Pfeile 35 läßt sich eine Sonde 4 55 geradlinig bewegen.

[0039] Selbstverständlich sind viele weitere Ausgestaltungen möglich. So können die Stellachsen 11 bis 16 auch in anderer Weise angeordnet werden. Wesentlich ist dabei lediglich, daß die Vielfalt der Stellmöglichkeiten derart gewährleistet ist, daß eine exakte Positionierung einer Sonde 4 im Raum in einer Einbringrichtung 3, die auf einen Zielpunkt 2 gerichtet ist, möglich ist.

#### Bezugszeichenliste

1 Mechanik  
2 Zielpunkt

3 Einbringrichtung  
4 Sonde  
5, 6 Ständer  
5 Ständerteil zur Fixierung auf dem Boden  
5, 6, 6" Ständerteil zur Anlenkung des Arms  
6, 6" gegenseitig drehbare Teile des Ständerteils zur Anlenkung des Arms  
7 Arm  
8, 9, 10 Glieder des Arms  
10 am Ständer befestigtes Glied  
8', 8" gegenseitig drehbare Teile des am Ständer befestigten Glieds  
9 Zwischenglied  
9', 9" gegenseitig drehbare Teile des Zwischenglieds  
15 10 vorderes Glied  
10', 10" gegenseitig teleskopartig verschiebbare Teile des vorderen Gliedes  
11 bis 16 Stellachsen  
11 Stellachse der gegenseitig drehbaren Teile des Ständerteils zur Anlenkung des Arms  
12 Stellachse zwischen dem Ständerteil zur Anlenkung des Arms und dem Arm  
13 Stellachse der gegenseitig drehbaren Teile des am Ständer befestigten Glieds des Arms  
25 14 Stellachse zwischen dem am Ständer befestigten Glied und dem Zwischenglied  
15 Stellachse der gegenseitig drehbaren Teile des Zwischen-glieds  
16 Stellachse zwischen Zwischenglied und vorderem Glied  
30 17 Feineinstell- und Arretiervorrichtungen  
18 Sondenhalter  
19 Führung am Sondenhalter  
20 Führung am vorderen Glied des Arms  
21 weitere Stellachse  
35 22 Winkelmesser  
23 Taster  
24, 24', 24" drei Eichpunkte  
25 Einweg  
26 Rechner  
40 27, 27' Anzeigeeinrichtung  
27 Bildschirm  
28 Eingabeeinrichtung  
29 gesamter menschlicher Körper  
30 Kopf  
45 31 Patiententisch  
32 Fixiervorrichtung  
33 Pfeile: Drehbewegungen  
34 Pfeile: Linearbewegung  
35 Pfeile: Stellbewegungen dreier Achsen zur Erzielung einer geradlinigen Sondenbewegung

#### Patentansprüche

1. Stereotaxiesystem mit einer Mechanik (1) zur Positionierung einer Sonde (4) in einer auf einen vorgegebenen Zielpunkt (2) gerichteten vorgegebenen Einbringrichtung (3), dadurch gekennzeichnet, daß die Mechanik (1) ein Ständer (5, 6) mit einem Arm (7) ist, welcher aus mindestens drei Gliedern (8, 9, 10) besteht, wobei die Mechanik (1) mindestens fünf Stellachsen (11, 12, 13, 14, 15, 16) aufweist, welchen Feineinstell- und Arretiervorrichtungen (17) zugeordnet sind.
2. Stereotaxiesystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine weitere sechste Stellachse (11, 12, 13, 14, 15 oder 16) vorgesehen ist, der ebenfalls eine Feineinstell- (16) und Arretiervorrichtung (17) zugeordnet ist.
3. Stereotaxiesystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch

gekennzeichnet, daß das vorderste Glied (10) mit einem Sondenhalter (18) zur Aufnahme verschiedenster Sonden (4) ausgestattet ist.

4. Stereotaxiesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Sondenhalter (18) für die geradlinige Einbringung einer Sonde (4) eine in Einbringrichtung (3) gerichtete Führung (19) aufweist.

5. Stereotaxiesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das vordere Glied (10) des Arms (7) für die geradlinige Einbringung einer Sonde (4) eine in Einbringungsrichtung (3) gerichtete Führung (20) aufweist.

6. Stereotaxiesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß für die geradlinige Einbringung einer Sonde (4) eine weitere Stellachsen (21) 15 vorgesehen ist, die zu zwei in derselben Ebene bewegbaren Stellachsen (12, 14, 16) eine derartige Kopplung aufweist, daß die Stellachsen (21, 12, 14, 16) gegenläufige Winkelstellungen in sich gegenseitig aufhebender Weise vollziehen und dabei gleichzeitig eine Korrektur 20 zum Verbleib der Lage der Sonde (4) in Einbringrichtung (3) durchführen.

7. Stereotaxiesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß es ein Programm für einen Rechner (26) aufweist, das für definierte Standorte des Ständers (5, 6) die Winkelstellungen der Stellachsen (11, 12, 13, 14, 15, 16 und ggf. 21) für auf Zielpunkte (2) gerichtete Einbringrichtungen (3) errechnet.

25 8. Stereotaxiesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Stellachsen (11, 12, 13, 14, 15, 16 und ggf. 21) mit Winkelmessern (22) 30 ausgestattet sind.

9. Stereotaxiesystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Arm (7) mit einer Positionsbestimmungsvorrichtung ausstattbar ist.

35 10. Stereotaxiesystem nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß es ein Programm für einen Rechner (26) aufweist, das für beliebige Standorte des Ständers (5, 6) mittels dreier im Verhältnis zum Zielpunkt (2) definierter Eichpunkte (24, 24', 24'') die Winkelstellungen der Stellachsen (11, 12, 13, 14, 15, 16 und ggf. 21) zur Einbringung einer Sonde (4) in der vorgegebenen Einbringrichtung (3) zum vorgegebenen Zielpunkt (2) ermittelt.

40 11. Stereotaxiesystem nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Programm auch den Einbringweg (25) bis zur Erreichung eines Zielpunktes (2) ermittelt.

12. Stereotaxiesystem nach Anspruch 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß es mit einem Rechner (26) 45 ausgestattet ist, welcher zur Errechnung der Einbringung einer Sonde (4) mit einem Programm geladen ist.

13. Stereotaxiesystem nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Winkelmeßgeräte (22) und eine Positionsbestimmungsvorrichtung zur 50 Ermittlung des Standorts des Ständers (5, 6) und der Einstellungen der Mechanik (1) derart eingerichtet und mit einem Rechner (26) verbindbar sind, daß dieser die Daten des Standorts des Ständers (5, 6) und der Einstellungen der Mechanik (1) unmittelbar erhält.

55 14. Stereotaxiesystem nach einem der Ansprüche 7 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Programm derart ausgebildet ist, daß ein Rechner (26) die zur Erreichung des Zielpunktes (2) erforderlichen Einstellungen an einer Anzeigeeinrichtung (27, 27') anzeigt.

60 15. Stereotaxiesystem nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß auch die Einstellergebnisse durchgeführter Einstellungen durch die Winkelmeßgeräte 65

(22) erfaßt und von der Anzeigeeinrichtung (27, 27') angezeigt werden.

16. Stereotaxiesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß es mit einem Navigationssystem zur Erfassung der Lage der Sonde (4) ausgestattet ist, welche an der Anzeigeeinrichtung (27, 27') angezeigt wird.

17. Stereotaxiesystem nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß es mit einem Kamerasystem oder Tastersystem zur Erfassung der Lage der Eichpunkte (24, 24', 24'') und der Sonde (4) ausgestattet ist.

18. Stereotaxiesystem nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß es mit einem stereotaktischen Lokalisationsystem verknüpft ist, welches die Lage der Sonde (4) zum Zielpunkt (2) erfaßt.

19. Stereotaxiesystem nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Lage der Sonde (4) zum Zielpunkt (2) auf einem Bildschirm (18') angezeigt wird.

20. Stereotaxiesystem nach einem der Ansprüche 7 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Stellachsen (11, 12, 13, 14, 15, 16) mit Antrieben ausgestattet sind und ein Rechner (26) mittels eines Programms zur selbsttätigen Einstellung der erforderlichen Winkelstellungen einrichtbar ist.

21. Stereotaxiesystem nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß mittels eines weiteren Antriebs die Sonde (4) auf dem Einbringweg (25) zum Zielpunkt (2) geführt werden kann.

22. Stereotaxiesystem nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß das Programm derart ausgebildet ist, daß es mittels des Rechners (26) die Antriebe und gegebenenfalls mindestens einen weiteren, der Sonde (4) zugeordneten Antrieb, zur Durchführung eines diagnostischen oder therapeutischen Eingriffs veranlaßt.

23. Stereotaxiesystem nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Rechner (26) mit einer Eingabevorrichtung (28) zur Steuerung des Eingriffs ausgestattet ist.

24. Stereotaxiesystem nach einem der Ansprüche 8 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß mit Erreichung der jeweiligen errechneten Sollposition die Feineinstell- und Arretiervorrichtungen (17) die Stellachsen (11 bis 16) automatisch arretieren.

25. Stereotaxiesystem nach einem der Ansprüche 8 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß es mit einer Vorrichtung zur Abgabe eines Warnsignals ausgestattet ist, wenn eine der Einstellungen der Mechanik (1) nicht mehr in ihrer Sollposition ist.

26. Stereotaxiesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest die vorderen Bereiche des Arms (7) aus elektrisch nichtleitenden und unmagnetisierbaren Materialien hergestellt sind.

27. Stereotaxiesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge des Arms (7) für die Erreichung von Zielpunkten (2) am gesamten menschlichen Körper (29) bemessen ist.

28. Stereotaxiesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge des Arms (7) für die Erreichung von Zielpunkten (2) an einem Teilbereich des menschlichen Körpers (29) bemessen ist.

29. Stereotaxiesystem nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge des Arms (7) für die Erreichung von Zielpunkten am Kopf (29) bemessen ist.

30. Stereotaxiesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß ihm ein Meßphantom zugeordnet ist, das einen Überprüfungszielpunkt auf-

weist, der in die Position des Zielpunktes (2) gebracht werden kann und daß eine Positionsbestimmungsvorrichtung die Erreichung des Überprüfungszielpunktes durch das maßgebliche Sondenteil erfaßt.

31. Stereotaxiesystem nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß der Taster (23) an der Stelle des maßgeblichen Sondenteils plazierbar ist und als Positionsbestimmungsvorrichtung dient. 5

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

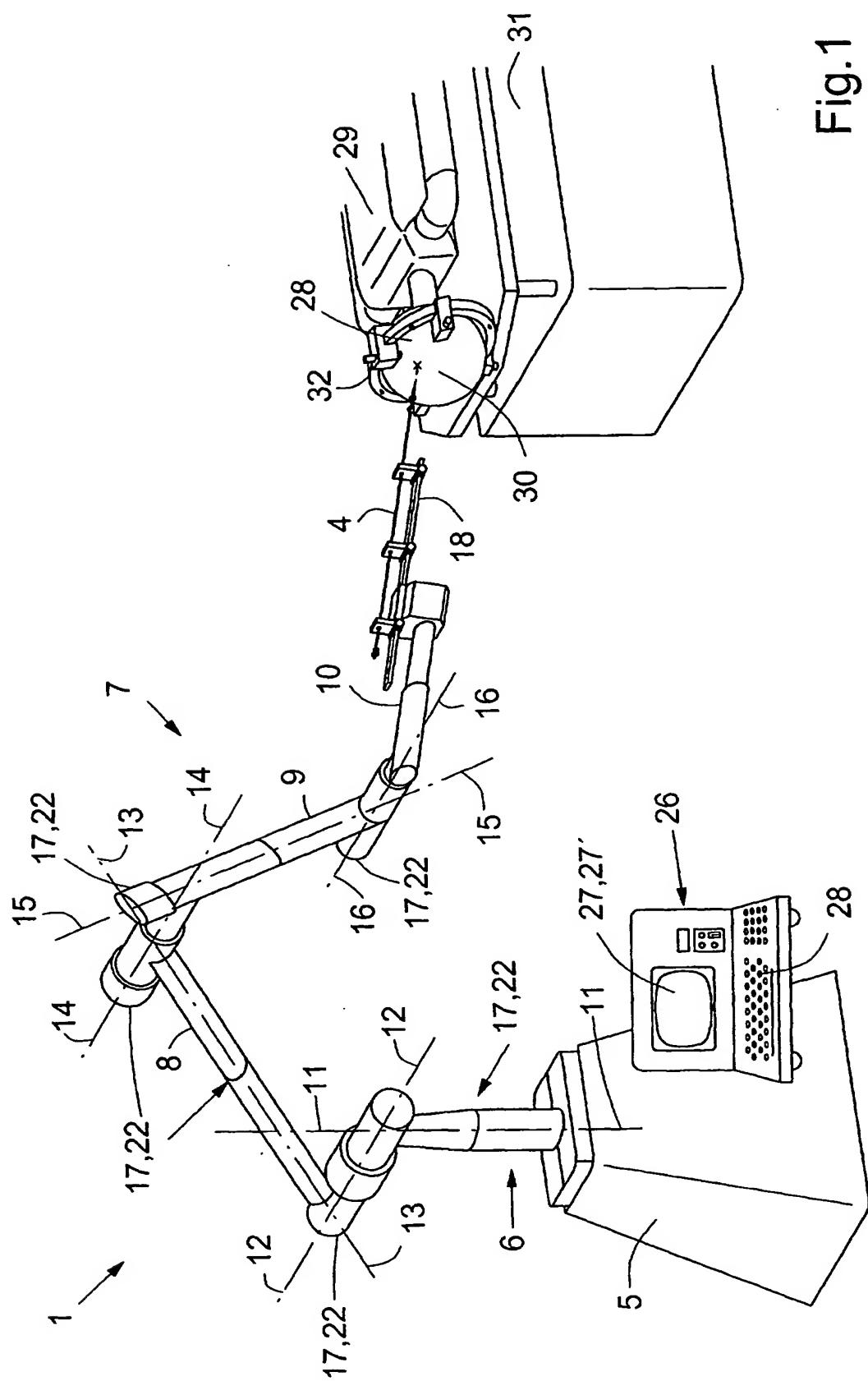


Fig. 1

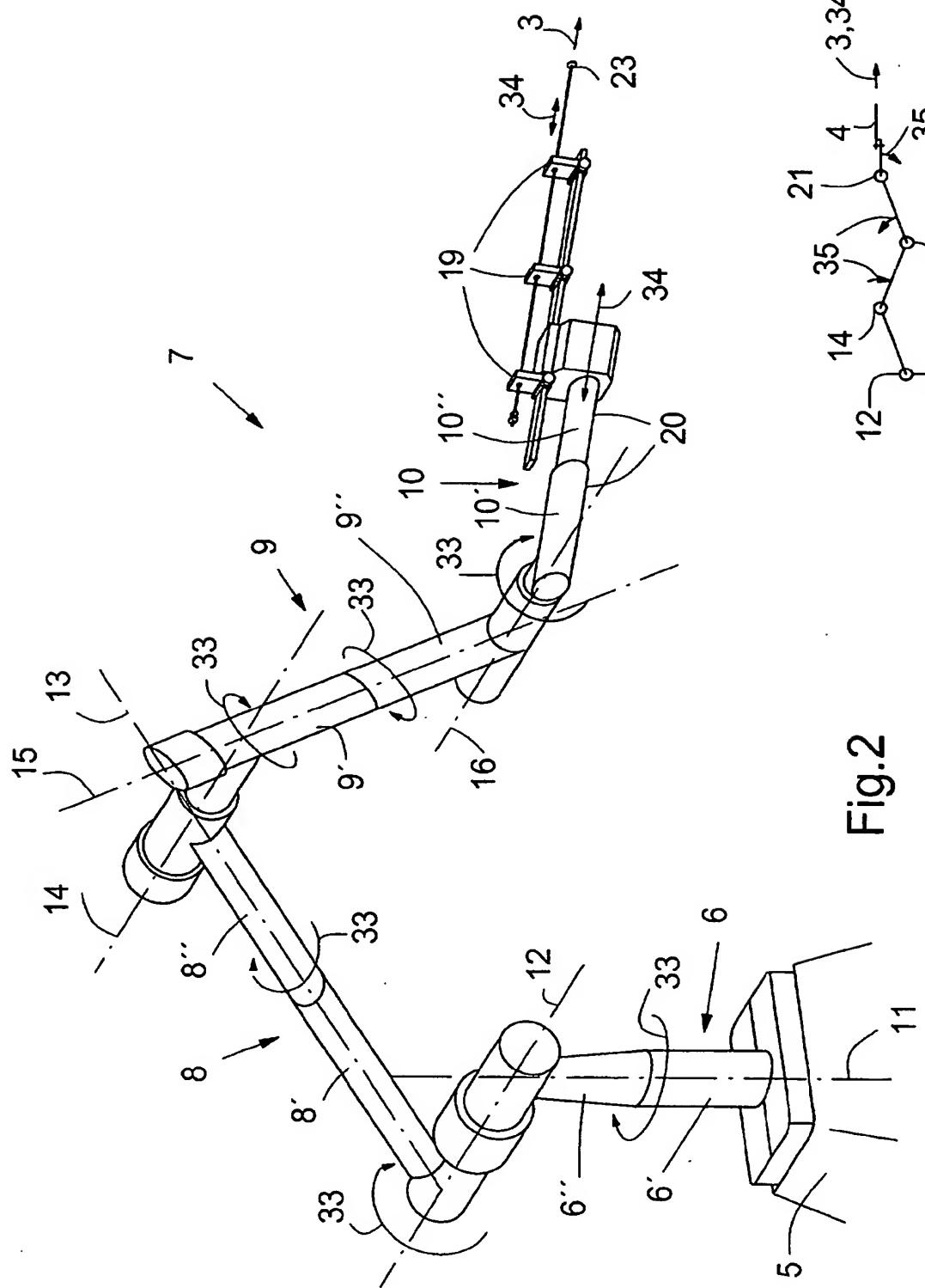


Fig. 2

Fig. 2a

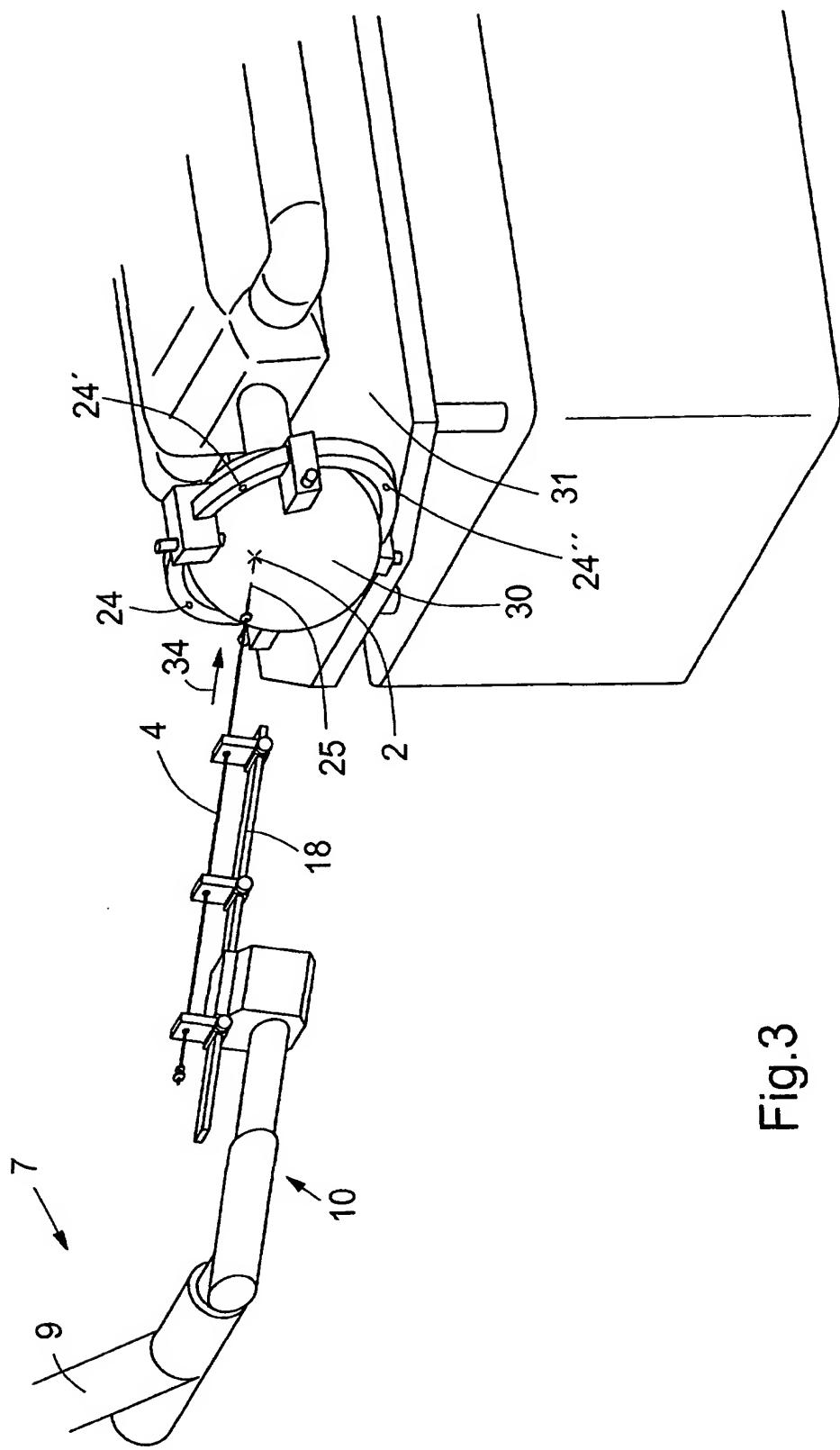


Fig.3